

527,765

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/027994 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03K 17/95

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010126

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. September 2003 (11.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 42 385.7 12. September 2002 (12.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): CHERRY GMBH [DE/DE]; Cherrystrasse, D-91275  
Auerbach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZAPF, Martin

[DE/DE]; Ottmannsreuth 24, 95473 Creussen (DE). LU-  
BER, Thomas [DE/DE]; Schalkenthaner Weg 32, 92256  
Hahnbach (DE).

(74) Anwalt: LESKE, Thomas; Frohwitter, Patent- und Recht-  
sanwälte, Possartstr. 20, 81679 München (DE).

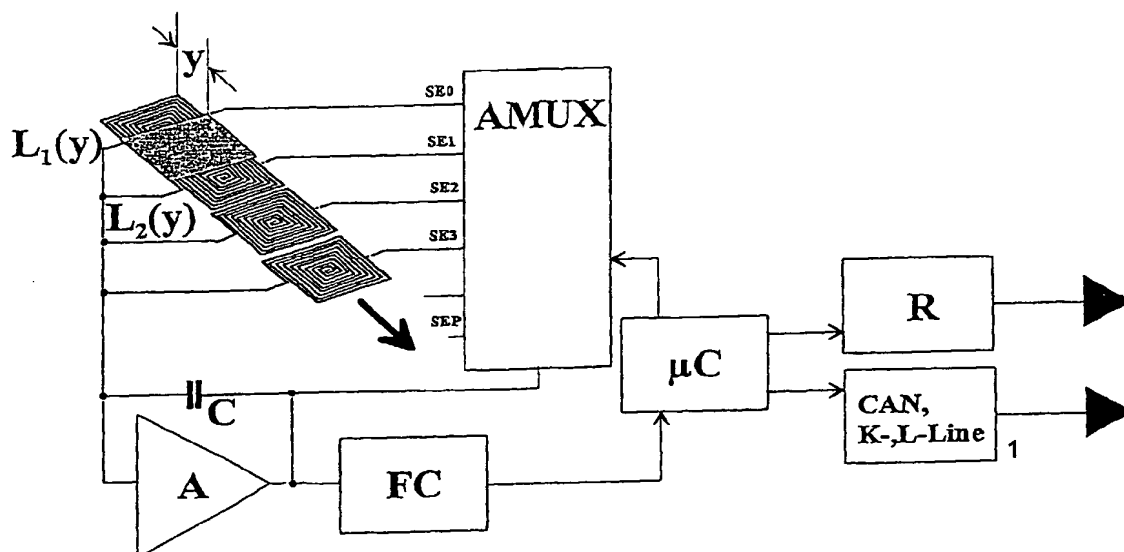
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,  
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INDUCTIVE SWITCH

(54) Bezeichnung: INDUKTIVE SCHALTER



(57) Abstract: The invention relates to an inductive sensor unit having one or more sensor coils, which have been mounted on a printed circuit board in a planar manner. According to the invention, a change in the inductance of the sensor coils caused by leakage currents in the conductive actuator is correlated with the position of the actuator with dual regard; with the distance from the sensor coil and with the overlapping of the sensor (at a fixed distance). This provides the basis for an inductive momentary contact switch and an inductive position switching device. The invention also relates to the evaluation of the inductance, e.g. of the momentary contact switch such as in inductive proximity switches by incorporating the inductive sensors in an oscillating circuit. Alternatively, the change in inductance can also be detected by a reactance measurement. A relative evaluation of the influence of adjacent sensor coils is carried out in position switching devices.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/027994 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit geänderten Ansprüchen

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Kennzeichnend für die Erfindung sind Eine induktive Sensoreinheit mit einer oder mehreren Senserspulen, die planar auf einer Leiterplatte aufgebracht wurden. Prinzip: Eine Änderung der Induktivität der Senserspule durch Verlustströme im leitfähigen Betätiger korreliert mit der Position des Betätigers in zweifacher Hinsicht: mit dem Abstand zur Senserspule und der Überdeckung des Sensors (bei festem Abstand). Auf dieser Grundlage wird ein induktiver Tastschalter und eine induktive Positionsschaltvorrichtung vorgestellt. Weiter kennzeichnend: Auswertung der Induktivität z. B. der Tastschaltung wie bei induktiven Näherungsschaltern durch Einbau der induktiven Sensoren in einen Schwingkreis. Alternativ kann die Induktivitätsänderung auch durch eine Reaktanzmessung detektiert werden. Bei Positionsschaltvorrichtungen wird eine relative Auswertung der Beeinflussung von benachbart liegenden Senserspulen vorgenommen.

22 MAR 2005

5

## INDUKTIVE SCHALTER

Die Erfindung bezieht sich auf eine induktive Sensoreinheit für Schalter, die insbesondere für eine Positionsschaltvorrichtung brauchbar ist, die bei automatischen Fahrzeuggetrieben eingesetzt wird.

Bekannt im Stand der Technik ist ein Weg-Winkel-Sensor, insbesondere zur Bestimmung eines eingelegten Ganges im Kraftfahrzeugbereich, gemäß der Patentschrift DE 198 06 529. Der bekannte Weg-Winkel-Sensor weist vier Meßspulen auf, die in einer X-Y-Fläche auf einem Spulenträger in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet und an eine Auswerteelektronik angeschlossen sind. Der Sensor weist auch ein sogenanntes Target auf, das im Wesentlichen parallel zu der X-Y-Fläche relativ zu den Meßspulen bewegbar ist und dadurch in den Meßspulen Spannungen induziert. Aus den induzierten Spannungen kann die Auswerteelektronik den zurückgelegten Weg in Y-Richtung und den Winkel  $\alpha$  des Targets in einer Z-X-Fläche ermitteln. Der bekannte Weg-Winkel-Sensor zeichnet sich dadurch aus, daß die jeweils gegenüberliegenden Meßspulen in einem Abstand zueinander angeordnet sind und die benachbarten Meßspulen sich jeweils zumindest teilweise überlagern.

25

In der älteren Anmeldung gemäß DE 101 25 278 wird ebenfalls die Induktionsspannung als Sensorsignal verwendet. Die bekannten Konstruktionen haben den Nachteil, daß mehrere induktiv wirkende Sensorschleifen auf den Spulenträger aufzubringen sind, wie aus der nachfolgenden Hintergrundinformation ersichtlich ist.

30

Aus dem Automobilbereich ist der vielfache Einsatz von mechanischen Schaltern bekannt, unter anderem in Schließsystemen, Bedienelementen der

Armaturen, Sitzverstellungen, Spiegelverstellungen usw. Mechanische Schalter haben den Nachteil, daß sie nicht verschleißfrei arbeiten. Ihre Lebensdauer wird einerseits begrenzt durch den Materialabtrag des Kontaktmaterials, durch Materialveränderungen (Oxidation), durch Ablagerungen auf den  
5 Schaltkontakten in Folge mechanischer Reibung oder elektrischer Überlastung oder eines Lichtbogens beim Abschaltvorgang.

Eine besondere Form mechanischer Schalter sind mechanische Schleifschalter. Ein verschiebbarer Kontakt läuft über eine Schleifbahn und stellt damit je nach  
10 Position einen Kontakt zu wechselnden Anschlüssen her (sogenannte Codierschalter). Im Fahrzeug auftretende Vibrationen führen bei einer derartigen Schaltkulisseneinheit zu einem erhöhten Verschleiß der Schleifkontakte und Schleifbahnen.

15 In modernen Fahrzeugen werden Verstellmotore heute meist über verschleißfreie Leistungshalbleiter geschaltet, die dann allerdings wieder durch nicht verschleißfreie Schalter angesteuert werden. Um das System vollständig verschleißfrei zu gestalten, ist die Entwicklung von neuartigen Schaltern notwendig, die ohne mechanische Schaltkontakte (also mit Sensoren) arbeiten.

20

Bekannt im Stand der Technik sind Hall-Sensoren, die auf die Annäherung von Permanentmagneten reagieren und damit eine Schaltfunktion auslösen. Weiterhin bekannt ist die Verwendung von GMR-Sensoren, die auf dem Effekt einer Widerstandsänderung beruhen, die durch ein äußeres Magnetfeld  
25 hervorgerufen wird. Das äußere Magnetfeld kann einem Permanentmagneten oder einem magnetisierbaren Kunststoff entstammen und entsprechende Schaltfunktionen veranlassen.

Weiterhin ist der Einsatz von Lichtschranken und Reflexlichtschranken  
30 bekannt, die den Nachteil haben, daß sie störlichtempfindlich sind und daß die optischen Bauteile altern und leicht verschmutzen können. Der Einsatz solcher

Sensoren hat ferner den Nachteil, daß sie im Vergleich zu mechanischen Schaltern und zu induktiven Schaltern teuer sind.

In Schaltelementen wird als Träger für Beleuchtungen, Anzeigen oder mechanische Schalter oft eine kostengünstige Leiterplatte verwendet. Das Vorhandensein einer solchen Leiterplatte begünstigt den Einsatz der vorliegenden Erfindung. Als kostengünstige Möglichkeit ist das in der älteren Anmeldung gemäß DE 101 25 278 verwendete Wirkungsprinzip der induktiven Kopplung zweier auf der Leiterplatte aufgebrachtter Senserspulen und deren Bedämpfung durch einen leitfähigen Betätiger vorangemeldet. Dabei korreliert die Bedämpfungsstärke mit der Position des Betätigers relativ zu den Sensoren. Nachteilig an dieser Technologie kann sich auswirken, daß die Sensoren in der praktischen Ausführung eine Mindestgröße von ca. 10 mm x 10 mm auf der Leiterplatte haben müssen, damit eine annehmbare Kopplung erreicht werden kann und damit die Aufbereitungselektronik einfach und kosteneffektiv gestaltet werden kann. Bei den derzeit kostengünstig produzierbaren Leiterplatten wird eine örtliche Auflösung von 0,12 mm erreicht, d.h. die Leiterbreite der Sensorwicklungen kann maximal 0,12 mm betragen ebenso wie die Isolierbreite zwischen den Wicklungen. Dadurch bedingt kann die Sendespule wie auch die Empfangsspule der Sensoren nur ca. 5 Windungen aufweisen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Induktivität einer Senserspule durch einen über die Spule gebrachten Betätiger zu beeinflussen und diese Induktivität in einfacher Weise auszuwerten. Die Induktivität einer Spule ändert sich erheblich durch ein leitfähiges Betätigungselement, das gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 einen veränderlichen Abstand zu der Senserspule und/oder eine veränderliche Überdeckung der Senserspule aufweist. Die Aufgabe wird durch eine induktive Sensoreinheit mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Eine ungedämpfte Sensorspule mit dem Außenmaß 10 mm x 10 mm, die auf der Leiterplatte wie eine rechteckige Spirale von innen nach außen gewickelt ist, weist bei der auf der Leiterplatte erzielbaren Auflösung 10 Windungen und eine Induktivität von ca. 1  $\mu$ H auf.

5

Zwar ist es aus der Druckschrift GB 1 415 644 bekannt, die Impedanz einer Spiralstruktur als Sensor zu verwenden, jedoch ist die bekannte Spiralstruktur bifilar gewickelt, um die ohmsche Komponente der Spiralimpedanz auszunutzen und um die induktive Komponente der Spiralimpedanz auszuschalten. Im Unterschied dazu ist die Sensorspule gemäß der Erfindung  
10 monofilar gewickelt, wie sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung anhand der Figuren ergibt.

Figur 1 zeigt die planare Ausführung einer Sensorschleife auf einer Leiterplatte  
15 zusammen mit dem elektrotechnisch äquivalenten Symbol.

Figur 2 zeigt ein funktionelles Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Sensors mit einem LC-Schwingkreis als Auswerteschaltung.

20 Figur 3 zeigt ein funktionelles Blockschaltbild mit einem LC-Schwingkreis und mit zwei Sensoren zur Detektion eines Verschiebewegs y.

Figur 4 zeigt eine typische Kennlinie für die Schwingfrequenz mit einem ersten Sensor L1 gemäß Figur 3 und einem zweiten Sensor L2 gemäß Figur 3 als  
25 Funktion des Verschiebeweges y.

Figur 5 zeigt eine Schaltkulissee für ein Kraftfahrzeug mit einem Automatikwählhebel, der an eine Sensoreinheit gemäß Figur 3 angeschlossen ist.

30

Figur 6 zeigt das Schema einer Leiterplatte mit mehreren Sensoreinheiten für die Schaltkulisseneinheit gemäß Figur 5.

Figur 7 zeigt das Blockschaltbild einer elektronischen Einheit, wenn mehrere induktive Sensoren kombiniert werden.

- 5    Figur 8 zeigt die Schwingkreisfrequenz der Sensorsignale der verschiedenen Schalteinheiten in Fig. 7 bei Schaltvorgängen des Automatikwählhebels von der Position 1 bis zur Position 4.

10    Figur 9 zeigt ein ähnliches Schema einer Leiterplatte wie in Figur 6, jedoch mit einer redundanten Schalteinheit.

Figur 10 zeigt das Blockschaltbild einer alternativen Auswerteeinheit.

15    Figur 11 zeigt die gemäß Fig. 10 ausgewertete Induktivitätsänderung.

Gemäß Figur 1 ist eine Sensorspule planar auf einer Leiterplatte aufgebracht. Der Anschluß im Mittelpunkt der Spirale ist beispielsweise auf der Rückseite der Leiterplatte herausgeführt. Deckt man den Sensor gemäß Figur 1 mit einem leitfähigen Betätiger im Abstand  $x$  von beispielsweise  $x = 0,05$  mm ab, so  
20    verringert sich die Induktivität von beispielsweise ca. 1  $\mu$ H auf beispielsweise ca. 0,2  $\mu$ H.

Die Verringerung der Induktion durch den Betätiger B ist vom Abstand  $x$  des Betätigers B zur Sensorschleife abhängig; sie ist aber auch vom  
25    Überdeckungsgrad der Sensorschleife durch das Betätigerelement abhängig. Überdeckt der Betätiger die gesamte Fläche der Schleife in einem konstanten Abstand  $x$ , so wird die Amplitude der Sensorspannung bei dem Überdeckungsgrad von 100 % minimal, wobei die Größe der minimalen Sensorspannung von dem Abstand  $x$  abhängt.

30

Damit sind für den Schalter zwei Schaltmechanismen möglich:

- Der Überdeckungsgrad G wird auf einer definierten Größe gehalten, und der Abstand x zwischen dem Betätigerelement B und der Sensorschleife wird variiert (wie es z.B. in Figur 2 dargestellt ist), oder
  - 5 - der Abstand x wird konstant gehalten, und der Überdeckungsgrad G wird verändert (wie es z.B. in Figur 3 dargestellt ist).
  - Auch eine Kombination der beiden Schaltmechanismen ist möglich.
- 10 Als kostengünstige Auswerteelektronik hinlänglich bekannt ist ein LC-Schwingkreis, bestehend aus einer Sensorinduktivität L, einer Festkapazität C und einem invertierenden Verstärker A, in dessen Rückkopplungsweig der LC-Schwingkreis eingebaut ist. Eine derartige Schaltung ist in Figur 2 als Blockschaltbild dargestellt. Die Frequenz des Schwingkreises wird durch die
- 15 Resonanzfrequenz des LC-Gliedes
- bestimmt nach der Formel:  $f_r = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{\sqrt{LC}}$ .
- Ein nachgeschalteter Frequenzzähler FC bestimmt gemäß Figur 3 die
- 20 Schwingungen pro Zeiteinheit und gibt sie als Signalwert aus. Für eine einfache Schaltfunktion genügt es, mittels eines Komparators den aktuellen Frequenzwert mit einem Schwellwert zu vergleichen und damit die Schaltfunktion auszulösen. In einem gewöhnlichen Fall wird das Schaltsignal auf „1“ gesetzt, wenn die Frequenz höher ist als eine eingestellte
- 25 Grenzfrequenz, was einer geringeren Induktivität durch eine höhere Bedämpfung entspricht. Bei einer geringeren Frequenz gibt der Komparator eine „0“ aus. Über einen nachgeschalteten Hoch-Niedrig-Schalter oder ein Relais R können dann hohe Leistungen geschaltet werden. Die Funktionen Frequenzzähler und Komparator können aber auch als sogenannte Firmware in
- 30 einem Mikrocontroller realisiert werden.



Damit kann auf einfache Weise ein verschleißfreier Tastschalter in einer Bedieneinheit des Automobils realisiert werden. Das Bedämpfungselement wird gemäß Figur 2 durch Druck auf eine Taste an den Sensor angenähert und dort mittels eines Verriegelungsmechanismus gehalten. Erst bei erneutem  
5 Druck auf den Tastenknopf wird die Verriegelung aufgehoben, und der Betätiger wird in seine Ruheposition in einem größeren Abstand zum Sensor gebracht (Kugelschreiberverriegelungsprinzip). So lassen sich auf einfache und kostengünstige Weise Schalttaster wie etwa der Schalter für Warnblinker, Nebelleuchten, Heckscheibenheizung usw. realisieren.

10

In Applikationen, in denen sehr genaue Schaltpunkte erforderlich sind, sind oft die Temperatureinflüsse auf Verstärker, Kapazitäten, Komparatoren usw. problematisch. In temperaturstabilen Applikationen kann man diese Einflüsse umgehen, indem man zwei Sensoren nebeneinander auf einer Leiterplatte  
15 aufbringt und beide wechselseitig in den Schwingkreis einschaltet (vgl. Figur 3). Das Zuschalten der Induktivität L1 oder L2 geschieht durch einen Schalttransistor oder Feldeffekttransistor oder MOSFET oder einen Analogmultiplexer AMUX. Wendet man eine relative Auswertung an, indem man als Schaltkriterium das Frequenzverhältnis der ersten Sensorfrequenz zur  
20 zweiten Sensorfrequenz verwendet, so fallen die Störeinflüsse heraus. Die Schaltung ist sehr temperaturstabil.

Diese Schaltungsart erweist sich auch bei Applikationen als vorteilhaft, bei denen die Position y des Betätigers relativ zu den Sensorpositionen detektiert  
25 wird, während der Abstand x des Betätigers zum Sensor mehr oder weniger konstant gehalten wird (wie z.B. bei Weg-Winkel-Sensoren). Auch hier findet gemäß Figur 3 eine relative Auswertung statt, die am besten, jedoch nicht ausschließlich, durch einen Mikrocontroller  $\mu C$  erfolgen kann.

30 Figur 4 zeigt zwei typische Kennlinien der normierten Resonanzfrequenz als Funktion des Verschiebewegs y. In dem Verschieberegion zwischen den Maxima der Kennlinien L1 und L2 kann der Mikrocontroller  $\mu C$  eine exakte

Positionserkennung vornehmen. In weiteren praktischen Anwendungsfällen können noch mehr Sensoren zur Erkennung der Betätigerposition verwendet werden.

- 5 Sind in einem Anwendungsfall, wie er in Figur 5 als Schaltkulisse für ein Kraftfahrzeug dargestellt ist, mehrere Positionen zu detektieren, so ist es zweckmäßig, mehrere induktive Sensoren als Funktionseinheit zu kombinieren. Am Beispiel der Umsetzung der Positionserkennung eines Automatikwählhebels sieht das wie folgt aus:

10

Unter der Blende wird eine Leiterplatte wie in Figur 5 positioniert, auf deren Oberseite z.B. die Hinterleuchtung der Blendenanzeigen 1, 2, ... P montiert werden kann. Mit dem Automatikwählhebel AW (siehe Figur 6), der durch einen Ausbruch in der Leiterplatte taucht, ist ein Betätigerschlitten BS  
15 verbunden, der auf der Unterseite der Leiterplatte LP plan aufliegt und auf dem ein Betätiger oder mehrere Betätiger (in Figur 6 z.B. die Betätigerflächen BF1 und BF2) angebracht sind. Die Betätigerflächen werden in einem definierten Abstand über die verschiedenen Sensoreinheiten SE geschoben.

- 20 Mit dem Begriff der Verschiebung ist eine Bewegung des Betätigerschlittens gemeint, die geradlinig sein oder die Richtung wechseln kann. Die zu überstreichenden Sensorspulen können auf einer geraden Linie aufgereiht sein, wie es prinzipiell in Figur 7 dargestellt ist. Die Sensorspulen können jedoch auch gemäß einer komplexeren Topologie nebeneinander liegen, wie sie  
25 beispielsweise für Schaltkulissen gemäß den Figuren 6 und 9 angewendet wird.

Ferner kann die Topologie der benachbarten Sensorspulen (Gerade, Polygonzug, sonstige Bahn) auf einer ebenen oder auf einer gekrümmten Leiterplatte liegen. In Figur 7 ist eine ebene Anordnung von Sensorspulen  
30 dargestellt, während in Figur 5 und 6 ein Beispiel für eine gekrümmte Leiterplatte dargestellt ist, die unter der gebogenen Schaltkulisse angeordnet ist. In beiden Fällen wird der Betätigerschlitten in einem Abstand, der im

wesentlichen konstant ist, oberhalb der Anordnung von Sensorspulen verschoben.

Eine weitere Variante der beanspruchten Verschiebung ergibt sich, wenn man  
5 die gekrümmte Leiterplatte, die gemäß Figur 5 der gebogenen Kulisse folgt, durch eine ebene Leiterplatte ersetzt, die in einer senkrecht zur Fläche der Kulisse laufenden Ebene angeordnet ist. In diesem Fall wird auch der Betätigerschlitten senkrecht gestellt und nacheinander über Sensorschleifen geschoben, die z.B. kreisbogenförmig auf der senkrechten, ebenen Leiterplatte  
10 aufgebracht sind.

Bei der Kombination mehrerer induktiver Schalter stellt sich das Blockschaltbild wie in Figur 7 dar. Die zugehörigen Amplituden der Sensorsignale bei Schaltvorgängen des Automatikwählhebels sind in Figur 8  
15 für die Positionen 1, 2, 3 und 4 zu erkennen, wobei die normierte Schwingkreisfrequenz über dem Verschiebeweg P1 - P4 für die Sensoren L1 - L4 aufgetragen ist. Die jeweiligen Umschaltsschwellen P1 - P2, P2 - P3 und P3 - P4 sind eingetragen.

20 Auch eine sehr redundante und damit sichere Positionserkennung ist ohne großen Zusatzaufwand zu realisieren, wie z.B. in Figur 9 dargestellt. Es wird vorgeschlagen, statt einer Sensoreinheit pro Position zwei Sensoreinheiten pro Position aufzubauen und die Signale zu vergleichen. Bei widersprüchlichen Ergebnissen wird die Auswerteeinheit die Schaltfunktion so ausführen, daß das  
25 gesamte System in einem sicheren Zustand gebracht wird. Die Leiterplatte kann dazu beispielsweise mit Sicherheitssensoreinheiten SSE gemäß Figur 9 erweitert werden.

Die Auswerteeinheit für das Sensormodul wird in der Regel ein  
30 Mikrocontroller sein, der über eine Schnittstelle (CAN, LIN, etc.) die Schaltinformationen an die Steuerelektronik bzw. Leistungselektronik weitergibt.

Die Signalauswertung erfolgt bei mehreren Sensorspulen über einen Multiplexer, der nur jeweils eine der Sensorspulen der Auswerteschaltung zuschaltet. Hierfür zeigen die Fig. 10 und 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Signalauswertung, das alternativ zu dem in den Fig. 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispiel eingesetzt werden kann.

Gemäß Fig. 10 und 11 wird die Grenze zwischen den Positionen zweier benachbarter Sensorspulen durch einen direkten Vergleich der jeweiligen induktiven Reaktanz festgestellt. Nach dem Blockschaltbild in Fig. 10 erzeugt ein Sinusoszillator eine Wechselspannung von 12 MHz; diese wird verstärkt und als Spannung in je eine der drei Sensorspulen, die im Zeitmultiplex eingeschaltet werden, eingespeist. Bewegt man den Betätiger, der aus leitfähigem Material besteht, über die Spulen, verringert sich durch Wirbelstromverluste die Induktivität der Spulen. Dadurch verringert sich auch die Reaktanz, die folgendermaßen berechnet wird:  $XL = 2 * \pi * f * L$  ( $f = 12$  MHz). Hat zum Beispiel eine Spule eine Induktivität von 1000nH ohne Betätiger und 200nH mit Betätiger, so folgt aus obiger Gleichung ein XL von 75 Ohm, bzw. 15 Ohm. Bei konstanter Wechselspannung fließt ein Strom, der von einer Überdeckung des Betätigers abhängt. Dieser Strom wird in eine proportionale HF-Spannung umgewandelt und gleichgerichtet dem Mikrocontroller zugeführt.

Das Auswertekonzept des Mikrocontrollers ist in Fig. 11 dargestellt. Der Mikrocontroller misst zyklisch in festen Zeitschlitten von z. B. 2ms die Spannung jedes Sensors. Bewegt man den Betätiger in festen Weg-Schritten über die Sensoren und zeichnet die Spannungen auf, entstehen die Kurven wie in Fig. 11 gezeigt. Mit zusätzlichen Sensoren kann der Wegbereich vergrößert werden. Im statischen Zustand des Betätigers werden immer nur 2 Werte ausgewertet, d.h. für den Mikrocontroller sind zu jedem Zeitpunkt nur 2 benachbarte Messwerte vorhanden. In der Auswertefirmware im Mikrocontroller wird der Quotient aus zwei benachbarten Sensorspannungen

berechnet und mit einem festen Wert verglichen. Je nachdem, ob der Quotient größer oder kleiner als der feste Wert ist, wird die eine oder die andere Schaltposition ermittelt.

5

Patentansprüche

1. Induktiver Tastschalter mit einem Verriegelungsmechanismus, einer  
Sensoreinheit (L, x) und einer Auswerteschaltung (C, A, FC, K, SL, R),  
10 wobei die Sensoreinheit (L, x) versehen ist

mit einer Sensorspule (L), die auf einer Leiterplatte aufgebracht ist,

und mit einem leitfähigen Betätigungselement, dessen Abstand (x) zu der  
Sensorspule (L) zwecks Änderung ihrer Induktivität durch Tastendruck  
15 veränderbar und verriegelbar ist,

wobei die Induktivitätsänderung der Sensorspule (L) in der  
Auswerteschaltung (C, A, FC, K, SL, R) eine Schaltfunktion auslöst.

20

2. Induktive Positionsschaltvorrichtung mit einem Wählhebel (AW),  
einem Betätigerschlitten (BS), einer Sensoreinheit (L1, L2, y) und einer  
Auswerteschaltung (C, A, FC,  $\mu$ C, AMUX, R), wobei die Sensoreinheit  
25 versehen ist

mit mindestens zwei Sensorspulen (L1, L2; SE1, SE2, SE3, SE4, SE5, SEO,  
SEN, SER, SEP), die nebeneinander auf einer Leiterplatte (LP) aufgebracht  
sind,

30

und mit mindestens einem leitfähigen Betätigungselement (BF1, BF2) an  
dem Betätigerschlitten (BS), dessen Überdeckung je zweier der

Sensorspulen (L1, L2, usw.) zur Änderung ihrer Induktivitäten durch Verschiebung des Betätigerschlittens (BS) veränderbar ist,

5 wobei die Induktivitätsänderungen der nebeneinander aufgebrachten Sensorspulen (L1,L2; SE1, SE2, SE3, SE4, SE5, SEO, SEN, SER, SEP) in der Auswerteschaltung (C,A,FC, $\mu$ C,AMUX,R) Schaltfunktionen auslösen,

und wobei zur Bildung eines temperaturstabilen und exakten Schaltkriteriums nur jeweils eine der Sensorspulen (L1 oder L2 usw.) der  
10 Auswerteschaltung (C,A,FC, $\mu$ C,AMUX,R) zuschaltbar ist.

3. Induktiver Schalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalauswertung der Sensorspulen über einen Multiplexer erfolgt.

15 4. Induktiver Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Einbau der induktiven Sensorspule in einen LC-Schwingkreis.

5. Induktiver Schalter nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Auswertung der Resonanzfrequenz des LC-Schwingkreises, in welche die  
20 veränderliche Induktivität eingeht.

6. Induktiver Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch die Einprägung einer Wechselspannung konstanter Amplitude und konstanter Frequenz (f) in die Sensorspule mit anschließender Auswertung  
25 der Stromamplitude der veränderlichen Induktivität.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 09.03.2004 (09.03.04) eingegangen,  
ursprüngliche Ansprüche 1 – 6 durch neue Ansprüche 1 – 6 ersetzt]

5

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Induktiver Tastschalter mit einem Verriegelungsmechanismus, einer  
Sensoreinheit (L, x) und einer Auswerteschaltung (K, SL, R), wobei die  
10 Sensoreinheit (L, x) versehen ist

mit einer Senserspule (L), die auf einer Leiterplatte aufgebracht ist,

und mit einem leitfähigen Betätigungselement, dessen Abstand (x) zu der  
15 Senserspule (L) zwecks Änderung ihrer Induktivität durch Tastendruck  
veränderbar und verriegelbar ist,

wobei die Induktivitätsänderung der Senserspule (L) in der  
Auswerteschaltung (K, SL, R) eine Schaltfunktion auslöst, und zwar durch  
20 Einprägung einer Wechselspannung konstanter Amplitude und konstanter  
Frequenz (f) in die Senserspule (L) mit anschließender Auswertung der  
Stromamplitude der veränderlichen Induktivität.

25 2. Induktive Positionsschaltvorrichtung mit einem Wählhebel (AW),  
einem Betätigerschlitten (BS), einer Sensoreinheit (L1, L2, y) und einer  
Auswerteschaltung (C, A, FC,  $\mu$ C, AMUX, R), wobei die Sensoreinheit  
versehen ist

30 mit mindestens zwei Senserspulen (L1, L2; SE1, SE2, SE3, SE4, SE5,  
SEO, SEN, SER, SEP), die nebeneinander auf einer Leiterplatte (LP)  
aufgebracht sind,



und mit mindestens einem leitfähigen, an dem Betätigerschlitten (BS) angebrachten Betätigungselement (BF1, BF2), dessen Überdeckung je zweier der Sensorspulen (L1, L2, usw.) zur Änderung ihrer Induktivitäten durch Verschiebung des Betätigerschlittens (BS) veränderbar ist,

5

wobei die Induktivitätsänderungen der nebeneinander aufgebrachten Sensorspulen (L1, L2; SE1, SE2, SE3, SE4, SE5, SE6, SE7, SE8, SE9, SE10) in der Auswerteschaltung (C, A, FC,  $\mu$ C, AMUX, R) Schaltfunktionen auslösen,

10

und wobei zur Bildung eines temperaturstabilen und exakten Schaltkriteriums nur jeweils eine der Sensorspulen (L1 oder L2 usw.) der Auswerteschaltung (C, A, FC,  $\mu$ C, AMUX, R) zuschaltbar ist.

15

3. Induktive Positionsschaltvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalauswertung der Sensorspulen über einen Multiplexer erfolgt.

20

4. Induktive Positionsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 3, gekennzeichnet durch einen Einbau der induktiven Sensorspule in einen LC-Schwingkreis.

25

5. Induktive Positionsschaltvorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Auswertung der Resonanzfrequenz des LC-Schwingkreises, in welche die veränderliche Induktivität eingeht.

30

6. Induktive Positionsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 3, gekennzeichnet durch die Einprägung einer Wechselspannung konstanter Amplitude und konstanter Frequenz (f) in die Sensorspule mit anschließender Auswertung der Stromamplitude der veränderlichen Induktivität.

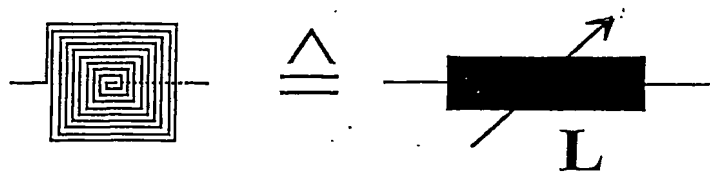


Fig. 1

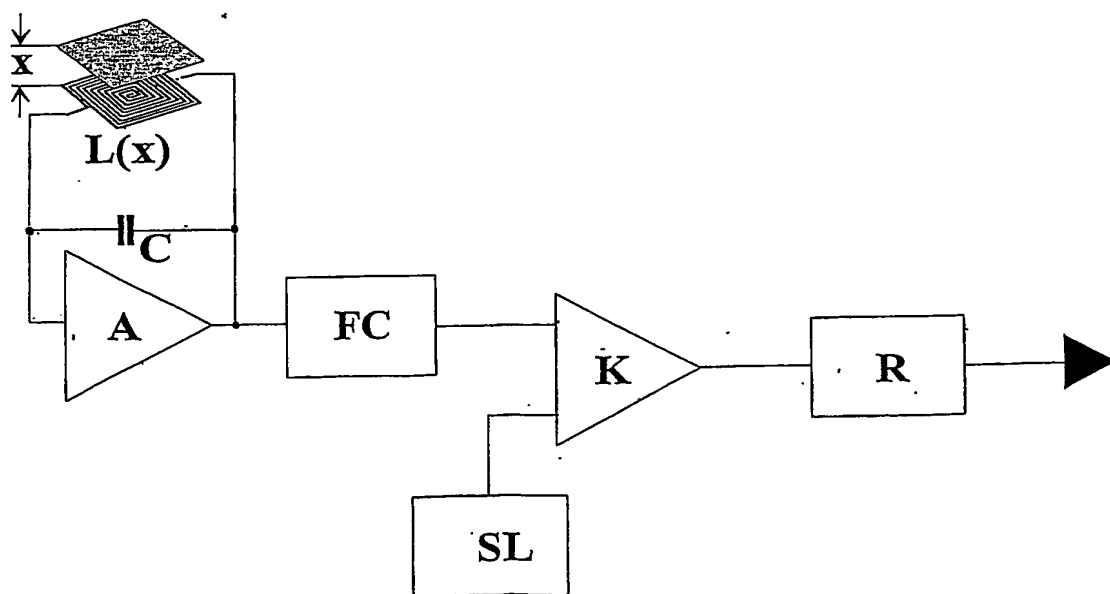


Fig. 2

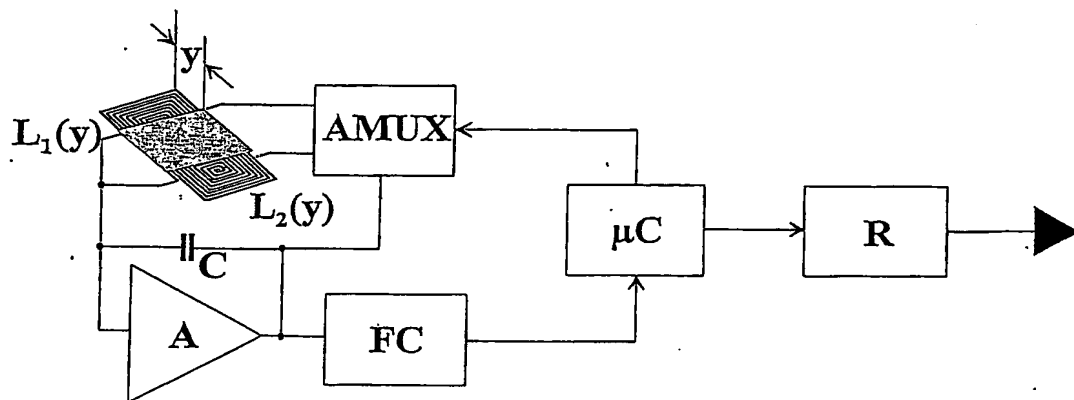


Fig. 3

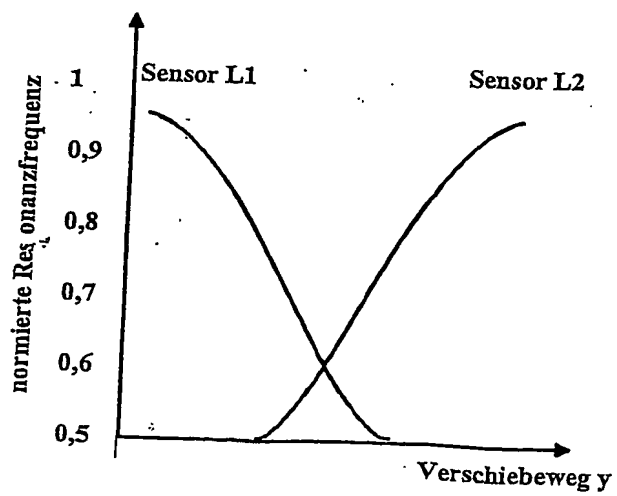


Fig. 4

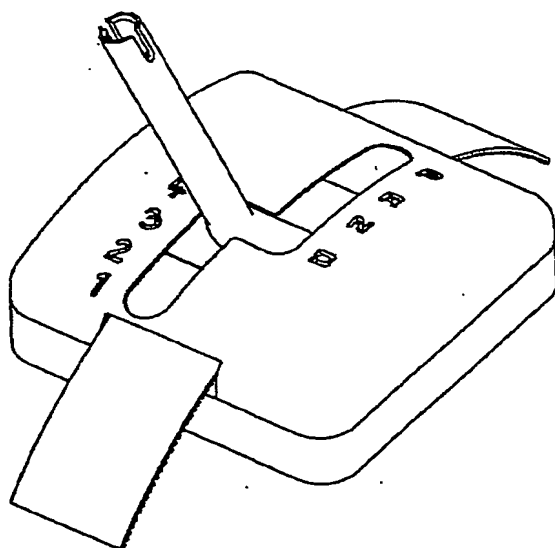


Fig. 5

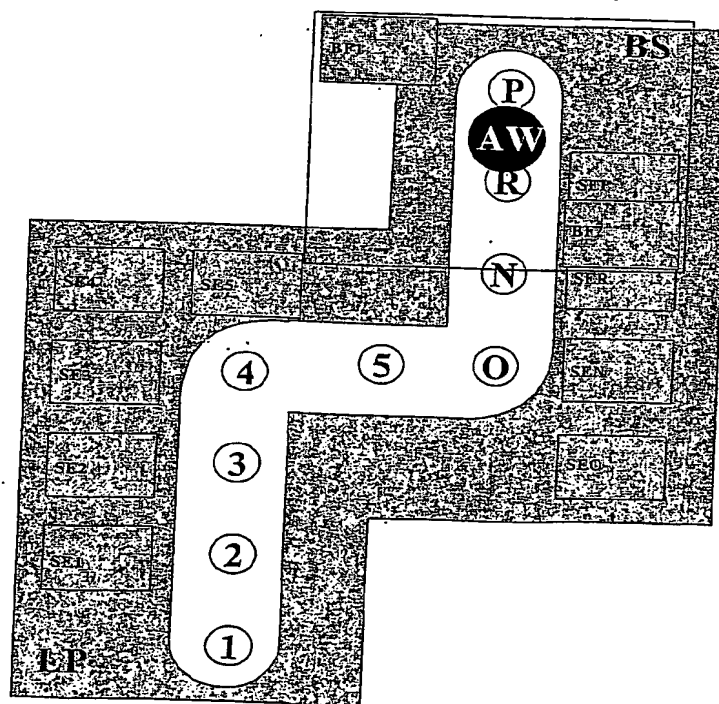


Fig. 6

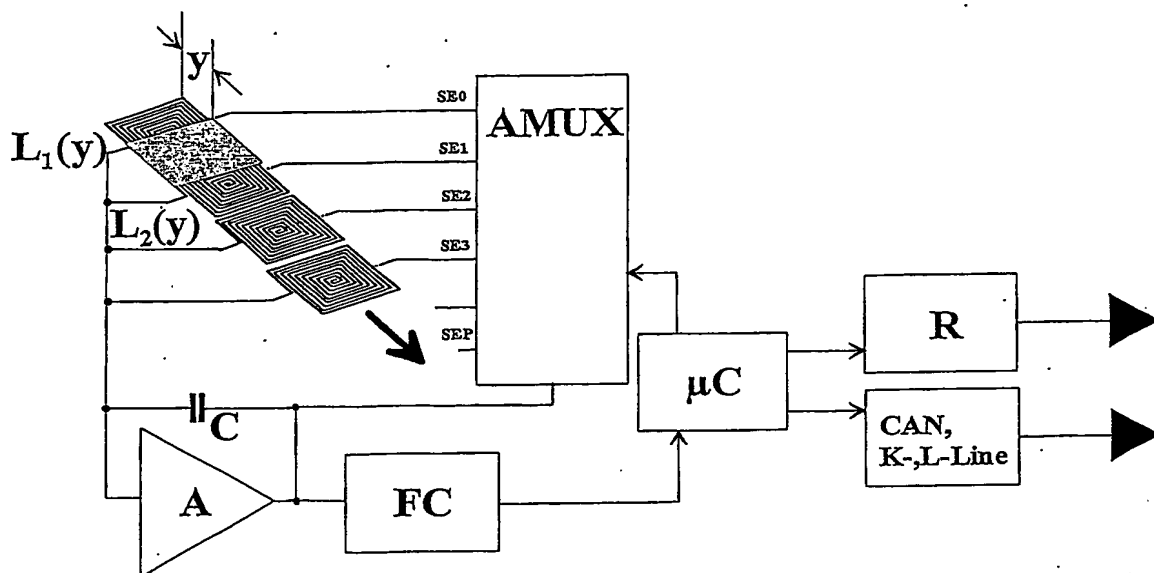


Fig. 7

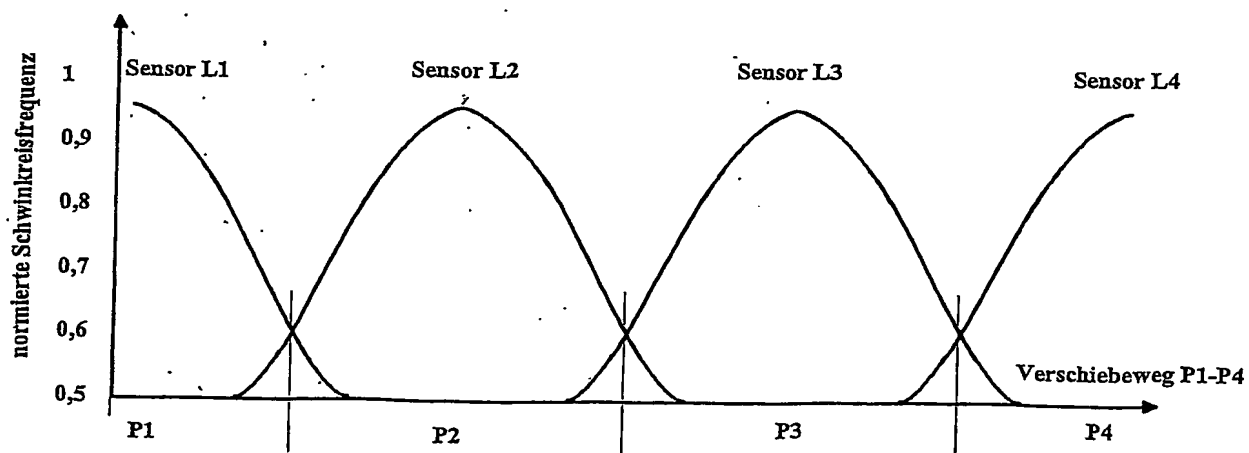


Fig. 8

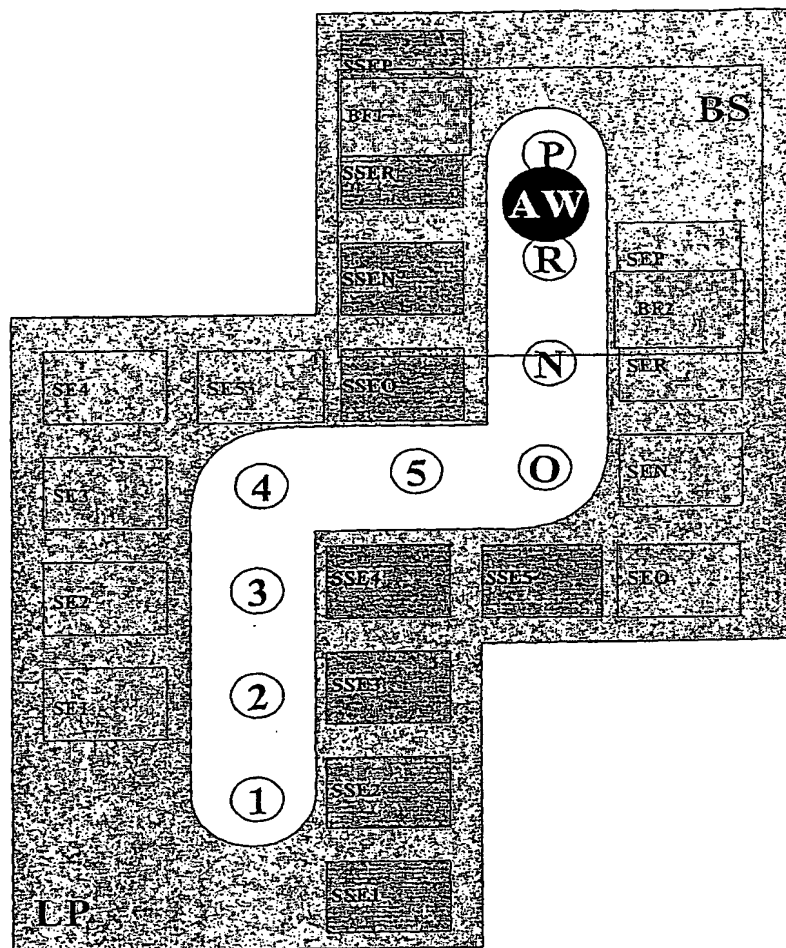


Fig. 9

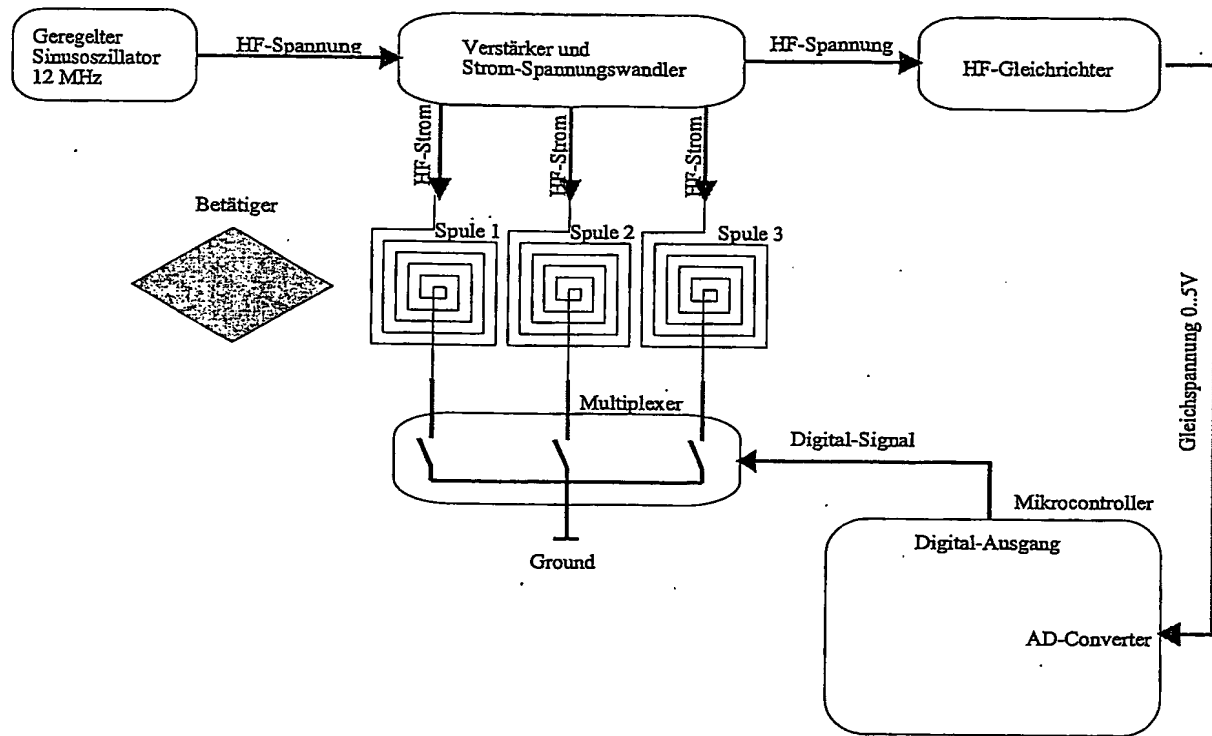


Fig. 10

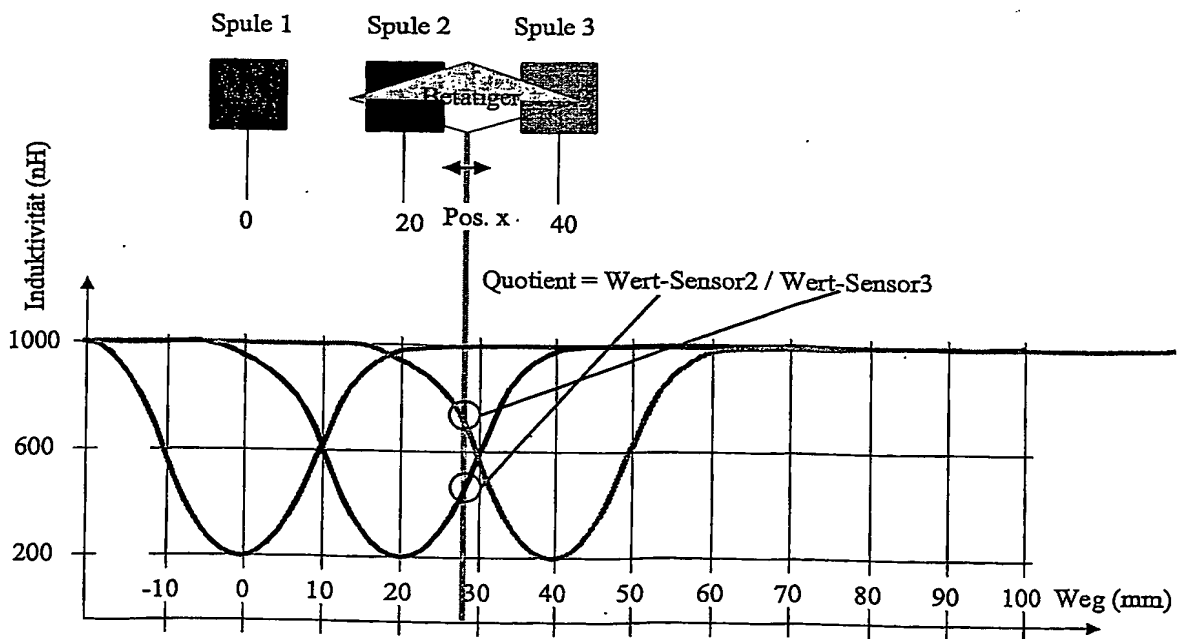


Fig. 11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/10126

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03K17/95

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 658 153 A (BROSH AMNON ET AL) 14 April 1987 (1987-04-14) abstract; figure 3B ---	1,4,5
A	DE 26 53 371 A (WIDMAIER FA HANS) 28 September 1978 (1978-09-28) figure 1 ---	1,4,5
X	US 6 179 938 B1 (GUENTHER THOMAS ET AL) 30 January 2001 (2001-01-30) the whole document ---	2-5
X	US 4 580 478 A (BROSH AMNON ET AL) 8 April 1986 (1986-04-08) abstract; figures 2D,6,9 --- -/--	1,4,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 December 2003

Date of mailing of the international search report

14/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kassner, H



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/EP 03/10126

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 537 747 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 21 April 1993 (1993-04-21)  page 6, line 17 - line 54; figures 1A,8</p>	1,2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 03/10126

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

### See Further Information Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

#### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains more than one invention or group of inventions, namely:

1. claims 1, 4-6

inductive momentary-contact switch with locking mechanism;

2. claims 2-6

inductive position switch device.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/EP 03/10126

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4658153	A	14-04-1987	NONE
DE 2653371	A	28-09-1978	DE 2653371 A1 28-09-1978
US 6179938	B1	30-01-2001	EP 0913857 A1 06-05-1999 CN 1216858 A 19-05-1999 JP 11238754 A 31-08-1999 SG 68692 A1 16-11-1999
US 4580478	A	08-04-1986	NONE
EP 0537747	A	21-04-1993	JP 5110412 A 30-04-1993 EP 0537747 A2 21-04-1993 US 5264809 A 23-11-1993

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
**IPK 7 H03K17/95**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**IPK 7 H03K**

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal, WPI Data, PAJ**
**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 658 153 A (BROSH AMNON ET AL) 14. April 1987 (1987-04-14) Zusammenfassung; Abbildung 3B ---	1, 4, 5
A	DE 26 53 371 A (WIDMAIER FA HANS) 28. September 1978 (1978-09-28) Abbildung 1 ---	1, 4, 5
X	US 6 179 938 B1 (GUENTHER THOMAS ET AL) 30. Januar 2001 (2001-01-30) das ganze Dokument ---	2-5
X	US 4 580 478 A (BROSH AMNON ET AL) 8. April 1986 (1986-04-08) Zusammenfassung; Abbildungen 2D, 6, 9 ---	1, 4, 5
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

**16. Dezember 2003**

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

**14/01/2004**

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

**Kassner, H**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 537 747 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 21. April 1993 (1993-04-21)  Seite 6, Zeile 17 - Zeile 54; Abbildungen 1A,8</p> <p>-----</p>	1,2

**Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

**Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

**WEITERE ANGABEN**

**PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1,4-6

Induktiver Tastschalter mit Verriegelungsmechanismus

2. Ansprüche: 2-6

Induktive Positionschaltvorrichtung



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/10126

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4658153	A	14-04-1987	KEINE
DE 2653371	A	28-09-1978	DE 2653371 A1 28-09-1978
US 6179938	B1	30-01-2001	EP 0913857 A1 06-05-1999 CN 1216858 A 19-05-1999 JP 11238754 A 31-08-1999 SG 68692 A1 16-11-1999
US 4580478	A	08-04-1986	KEINE
EP 0537747	A	21-04-1993	JP 5110412 A 30-04-1993 EP 0537747 A2 21-04-1993 US 5264809 A 23-11-1993

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**